

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-193763

(43)公開日 平成11年(1999)7月21日

(51)Int.Cl.⁶F 0 2 M 51/06
61/10

識別記号

F I

F 0 2 M 51/06
61/10N
E
D

審査請求 未請求 請求項の数6 ○L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-360829

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72)発明者 加藤 毅彦

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 松岡 弘芝

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 関口 清則

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

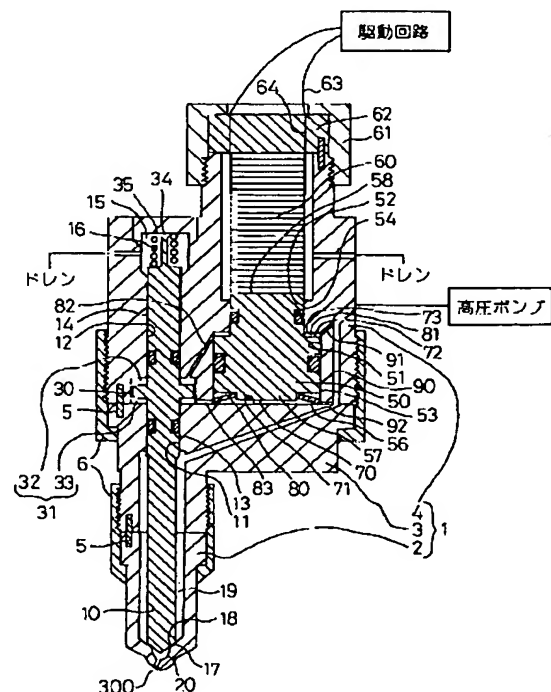
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射弁とその駆動方法

(57)【要約】

【課題】 内燃機関の燃料噴射弁において、ニードルのリフトを自在に制御することで、1噴射期間内において噴射率を変化させることを可能とする。

【解決手段】 電圧アクチュエータ60の伸縮に同調するピストン50の動きによって発生するピストン上下の二つの蓄圧室80, 81の容積変化に対して、この二つの蓄圧室の各々に連通する差圧室31を上下に分割する差圧室境界板30を有するニードル10が、この容積変化を打ち消す様に上下方向に移動する構造とし、電圧アクチュエータへの印加電圧を刻々と制御することでニードル10のリフトを自在に変化させることを可能とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アクチュエータによる容積変化でニードルの受圧面にかかる制御圧を変化させることでニードルを上下動させ、燃料の噴射を行う燃料噴射弁において、噴射弁ケーシングに対し油密に摺動可能な第 1 の摺動部と第 2 の摺動部を有し、かつ頂面においてスプリングに接し、かつ下方のシート部においてノズルケーシングのシート面に接する時に油だまりとサック部の連通を遮断するニードルと、

前記ニードルの前記第 1 の摺動部と前記第 2 の摺動部の間に設けられた境界板と、

前記境界板の外周に対し油密に摺動可能な僅かなクリアランスを有し、前記境界板により上下に分割される差圧室における前記境界板の上方に位置する第 1 の差圧室と、

前記境界板の下方に位置する第 2 の差圧室と、

下方のスプリングにより付勢され、電歪アクチュエータに上面を接し、前記電歪アクチュエータの伸縮に伴って往復動するピストンと、

前記ピストンの一方の作用面とピストンのガイド面により形成される第 1 の蓄圧室と、

前記ピストンの他方の作用面とピストンのガイド面により形成される第 2 の蓄圧室と、

前記第 1 の蓄圧室と前記第 1 の差圧室とを連通する第 1 の連通路と、

前記第 2 の蓄圧室と前記第 2 の差圧室とを連通する第 2 の連通路と、を設けたことを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 2】 前記電歪アクチュエータの伸縮に伴って往復動する前記ピストンに代えて、

直列に設置される 2 個の電歪アクチュエータに挟まれ、前記電歪アクチュエータの伸縮により往復動する可動板と、

前記可動板側面とピストン摺動面とを連結するロッドと、

前記ロッドの移動に伴って往復動するピストンと、を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 3】 前記ニードルの前記第 1 の摺動部の外径と前記第 2 の摺動部の外径とが同等である、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 4】 前記ニードルの前記第 1 の摺動部の外径と前記第 2 の摺動部の外径とを異ならせたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 5】 前記噴射弁ケーシングに第 5 のガイド面を設けると共に、前記ピストンの下向き端面に、前記第 5 のガイド面に油密に摺動し、ピストン下端面積を減少する第 5 の摺動部を設け、前記第 5 の摺動部の下面と前記噴射弁ケーシングとの空間をドレン室とする、ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁。

【請求項 6】 アクチュエータによる容積変化でニードルの受圧面にかかる制御圧を変化させることでニードル

を上下動させ、燃料の噴射を行う燃料噴射弁の駆動方法において、

直列に設置される 2 個の電歪アクチュエータに挟まれ、電歪アクチュエータの伸縮により往復動する可動板を、一方の電歪アクチュエータの印加電圧を上昇すると同時に他方の電歪アクチュエータの印加電圧を低下させることにより往復動させる、ことを特徴とする燃料噴射弁の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧の燃料噴射を必要とする筒内直接噴射式エンジンに使用するのに適した燃料噴射弁とその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】高圧の燃料噴射が必要な筒内直接噴射式エンジンにおいて、厳しくなる排気規制に適合するためにはクリーンな燃焼が可能な噴霧形式が必要であり、噴射率（燃料噴射期間中の時間的な噴射量）を制御可能な噴射弁が要求されている。このような要求に対して、従来、弁体の閉弁時期を任意に制御することのできる圧電作動式燃料噴射弁（特公平 4-54065 号公報）が提案されている。その概略構造を図 7 に示す。図 7 に示す圧電作動式燃料噴射弁は、圧電式アクチュエータ A の伸縮に応じてポンプ室 B の内部容積が変化し、ポンプ室に内部容積の変化に応じた流体圧を発生させ、この流体圧をニードル C に作用させて流体通路を遮断状態或いは連通状態とするものである。

【0003】この様な従来の圧電作動式燃料噴射弁においては、ニードル C のシート部が着座している間は、サック部 D の圧力は噴射燃料圧に比べて低い筒内圧と実質的に等しくなっており、圧電式アクチュエータ A の縮小によりポンプ室 B の圧力が減少して、油溜り室 F の燃料圧によってニードル C にかかる上方向の荷重が、ポンプ室 B の圧力等による下方向の荷重より大きくなった瞬間にニードル C は上昇を開始する。シート部が離座することによって高圧の噴射燃料が瞬時にサック部 D へ流入するため、サック部 D の圧力は噴射燃料圧にきわめて近い高圧となり、ニードル C の上向き荷重が急増する。その結果、ニードル C はその頂面がストッパ面 E に接触する位置まで一気に上昇する。また、ニードル C の頂面がストッパ面 E に接触している状態において、圧電式アクチュエータ A の伸長によりポンプ室 B の圧力が増加してニードル C にかかる下方向の荷重が上方向の荷重より大きくなった瞬間にニードル C は下降を開始し、シート部がノズルのシート面に着座する。この様に従来の圧電作動式燃料噴射弁は、ニードルの背圧を変化させることでニードルにかかる上下方向の荷重バランスを変化させ、ニードルを上下動させることで弁の開閉を行っている。これらの圧電作動式燃料噴射弁においてニードルは、着座状態から、噴孔断面積によって燃料流量が制限されるリ

フト領域に設定されるフルリフト状態まで、ON-OFF的に上下することで開閉動作を行っており、噴射量は開閉維持時間により決定される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記のような従来の噴射弁では、ニードルはアクチュエータの作動による減圧でポンプ室Bの圧力が開弁圧まで低下するとフルリフト位置まで直ちに上昇するので、フルリフト量の中で静止させることは極めて困難である。今後更に強化される内燃機関の排気規制に対し、1噴射において噴射率を制御できる燃料噴射弁が望まれているが、従来の噴射弁におけるニードル動作では、このような制御は不可能である。本発明は、従来技術における前述の問題に対処して、アクチュエータの変位量に対応してニードルリフトが決定されるニードルの作動構成により、1噴射における噴射率を制御できる改良された燃料噴射弁とその駆動方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、電歪アクチュエータの伸縮に同調するピストンの動きによって発生するピストン上下の二つの蓄圧室の容積変化に対して、この二つの蓄圧室の各々に連通する差圧室を上下に分割する差圧室境界板を有するニードルがこの容積変化を打ち消す様に上下方向に移動する構造とし、電歪アクチュエータへの印加電圧を刻々と制御することでニードルのリフトを自在に変化させることを可能としたもので、前述の課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載された燃料噴射弁とその駆動方法を提供する。

【0006】請求項1に記載された燃料噴射弁において、電歪アクチュエータが伸長すると、第2の差圧室と第2の連通路と第2の蓄圧室で形成される第2の制御室は、その容積が減少して内圧が上昇し、同時に、第1の差圧室と第1の連通路と第1の蓄圧室で形成される第1の制御室は、その容積が増加して内圧が低下し、それによって生じる荷重差によってニードルは上昇する。ニードルが上下方向の荷重バランスの変化により上昇すると、第2の制御室は容積が増加して減圧されると共に、第1の制御室は容積が減少して加圧され、上下の荷重差がなくなった位置でニードルは静止する。ニードルが一旦静止した状態から、アクチュエータをある量だけ伸縮変位させると、ピストンの移動により第1、および第2の制御室は一方が容積増加により減圧、他方が容積減少により加圧されるが、ニードルはその境界板の上下に荷重差が生じた時点で荷重差を打ち消す方向に移動するので、実際には、第1、第2の制御室は容積変化せず、ニードルだけが移動して再び静止する。従って、ニードルのリフト量はアクチュエータの変位にほぼ比例する。このように、請求項1の燃料噴射弁においては、アクチュエータの変位量に対応してニードルリフト量が決定で

き、1噴射における噴射率を制御できるものである。

【0007】請求項2に記載された燃料噴射弁においては、ピストンの作動に追従するニードルの動作は実質的に請求項1の燃料噴射弁と同じであるが、請求項1の燃料噴射弁が1つの電歪アクチュエータによりピストンを移動させているのに対し、請求項2の燃料噴射弁は対向した2個の電歪アクチュエータによりピストンと一体に移動する可動板を変位させることに特徴がある。1つの電歪アクチュエータを使用した場合は、開弁時と閉弁時のピストン速度が異なる場合があるが、2つの電歪アクチュエータを使用した場合は、両方向ともアクチュエータにより移動させることができるので、開弁時と閉弁時のピストン速度が同じになる。

【0008】請求項3、4に記載された燃料噴射弁は、ニードルの摺動部の径を第1の摺動部と第2の摺動部とで、請求項3の場合はそれらを同一にし、請求項4の場合はそれらを異ならせたものである。このようにニードルの第1と第2の摺動部の径を異ならせることによって、ニードル上昇後のニードルの静止位置を変化させることができる。

【0009】請求項5に記載された燃料噴射弁においては、ピストン底面にかかる荷重が減少し、電歪アクチュエータに負荷される荷重が低減されるので、最適な荷重に設定することが可能となる。

【0010】請求項6に記載された燃料噴射弁の駆動方法においては、請求項2の燃料噴射弁のように2つの電歪アクチュエータを使用した燃料噴射弁の駆動方法であり、実質的に請求項2の燃料噴射弁において記載したのと同様の効果を奏することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の第1実施形態の構成について図1を用いて説明する。噴射弁ケーシング1は、ノズルケーシング2、下ケーシング3、上ケーシング4に分割されており、ピン5によって位置決めされ、リテーナ6によって密着締結されている。

【0012】ニードル10は、噴射弁ケーシング1の第1のガイド面11と第2のガイド面12に対して僅かなクリアランスを有し油密に摺動可能な第1の摺動部13と第2の摺動部14を有し、スプリング室15に収納されるスプリング16により下方に押され、シート部17にてノズルケーシング2のシート面18に着座することで油だまり19とサック部20の連通を遮断する。ニードル10に設けられた境界板30は、第1のガイド面11と第2のガイド面12の間に設けた差圧室31に対して、その外周が僅かなクリアランスを有し油密に摺動可能である。

【0013】差圧室31は、前記境界板30によって、ニードル10の上昇方向に位置する第1の差圧室32と、ニードル10の下降方向に位置する第2の差圧室33とに分割されている。ニードル10がシート部17に

て着座した状態において境界板下面と第2の差圧室壁面とが僅かな隙間を有し、また、ニードルの頂面34が噴射弁ケーシングのストップ面35に接したフルリフト状態において境界板上面と第1の差圧室壁面とが僅かな隙間を有する。

【0014】ピストン50は噴射弁ケーシングの第3のガイド面51と第4のガイド面52に対し僅かなクリアランスを有し油密に摺動可能な第3の摺動部53と第4の摺動部54と、底面にスプリング56を位置決めする突起57とを有して、上ケーシング4のピストン収納部に収められ、スプリング56により上方に押されている。

【0015】電歪アクチュエータ60は、リテーナ61により噴射弁ケーシング1に密着締結されている天板62にその頂面を、前記ピストン50の頂面58にその底面を接し、前記スプリング56により上方に押されているピストンと密着している。リード線63は、天板の穴64を経て外部の駆動回路に連結されている。

【0016】ピストン50は、電歪アクチュエータ60が最も伸びた状態にある時でも、その底面70と噴射弁ケーシングの下ケーシング3の上面71との間に僅かな隙間を維持し、また、電歪アクチュエータ60が最も縮んだ状態にある時でも、ピストン50の第3の摺動部54と第4の摺動部54の段差面72と、噴射弁ケーシングの第3のガイド面51と第4のガイド面52の段差面73との間に僅かな隙間を維持する。第2の蓄圧室80はピストン50の下面（作用面）と噴射弁ケーシングの下ケーシングの上面とで形成され、また、第1の蓄圧室81はピストンの前記段差面（作用面）72と噴射弁ケーシングの前記段差面73とで形成される。前記第1の差圧室32の上面と、前記第1の蓄圧室81の上面は第1の連通路82により連通し、また、前記第2の差圧室33の下面と、前記第2の蓄圧室80の下面は第2の連通路83により連通する。

【0017】第1の差圧室32と第1の連通路82と第1の蓄圧室81を合わせて第1の制御室を形成し、第2の差圧室33と第2の連通路83と第2の蓄圧室80を合わせて第2の制御室を形成する。油だまり19は噴射弁ケーシング内に設けた燃料供給路90により外部の高圧ポンプに連通している。また、第1の制御室と第2の制御室は小径のオリフィス91、92を介して燃料供給路に連通している。

【0018】次に、本発明の第1実施形態の作動を、図1、2を参照しながら説明する。なお、図2は、ニードル10の動きを示したものである。第1の制御室と第2の制御室は共に、中間に小径のオリフィス91、92を設けた圧力制御油供給路を経て高圧燃料が供給されており、第1の制御室と第2の制御室との間の圧力リーク、及び制御室から圧力制御油供給路へ、またその逆のリークは、噴射期間に相当する10ms以下においてはアクチ

ュエータ作動で発生される圧力変化の数%以下である。

【0019】ニードル10に作用している荷重は、下向きには、

$(\text{スプリング力}) + (\text{境界板面積}) \times (\text{第1制御室圧})$ であり、上向きには、

$(\text{シート面積}) \times (\text{サック部圧}) + (\text{油だまり受圧面積}) \times (\text{噴射燃料圧}) + (\text{境界板面積}) \times (\text{第2制御室圧})$

である。ニードルの着座時のスプリング力は、エンジン始動時のクランキングにおいて誤って開弁しないように、

$(\text{スプリング力}) > (\text{油だまり受圧面積}) \times (\text{噴射燃料圧}) + (\text{シート面積}) \times (\text{クランキング時最大筒内圧})$ に設定されている。

但し、 $(\text{油だまり受圧面積}) = (\text{第1摺動部断面積} - \text{シート面積})$

であり、シート面積とはシート部17より内側の断面積である。

【0020】無噴射状態では、アクチュエータ60は収縮し、第1の制御室、第2の制御室とも燃料供給圧に等しく、ニードル10には下方の燃料圧による上向きの荷重と、スプリング56による下向きの荷重がかかっているが、後者の方が大きいことで、ニードルは着座し、閉弁している。

【0021】駆動回路により電歪アクチュエータ60の印加電圧を上昇させると、電圧に応じて電歪アクチュエータ60は伸長し、ピストン50がスプリング56の付勢に抗して下方へ移動する。ピストン50が下降することで、第2の差圧室33と第2の連通路83と第2の蓄圧室80で形成される第2の制御室は容積が減少して内圧が上昇する。また同時に、第1の差圧室32と第1の連通路82と第1の蓄圧室81で形成される第1の制御室は容積が拡大して内圧が低下する。これにより、第2の制御室の圧力増加量と境界板30の面積の積に相当する上向きの荷重が増加し、一方、第1の制御室の圧力減少量と境界板30の面積の積に相当する下向き荷重が減少する。そこで、

$(\text{スプリング力}) + (\text{境界板面積}) \times (\text{第1制御室圧}) - (\text{シート面積}) \times (\text{サック部の内圧}) - (\text{油だまり受圧面積}) \times (\text{噴射燃料圧}) - (\text{境界板面積}) \times (\text{第2制御室圧}) > 0$

となると、ニードル10は上昇する。

【0022】ニードル10が上昇すると、第2の制御室は $(\text{ニードルリフト量}) \times (\text{境界板面積})$ に相当する容積が増加して減圧される。また、第1の制御室は $(\text{ニードルリフト量}) \times (\text{境界板面積})$ に相当する容積が減少して加圧される。ここで、 $(\text{開弁時のアクチュエータ変位}) \times (\text{ピストン断面積})$ に相当する容積を $(\text{ニードルリフト}) \times (\text{境界板面積})$ に相当する容積が越えると、ニードル境界板30には下向きの荷重が作用するので、

ニードルは上昇を止め、上下の荷重差が無くなった位置で静止する。

【0023】開弁後のニードル10に作用する荷重のうち、シート面積に作用する(シート面積)×(噴射燃料圧)の荷重と、(油だまり受圧面積)×(噴射燃料圧)の荷重は変化しないため、ニードル10は、境界板30にかかる第1の制御室圧による下向きの荷重と、第2の制御室圧による上向きの荷重と、両者と比較して微小なスプリングによる下向きの荷重の変化により上下に移動する。

【0024】ニードル10が一旦静止した状態から、電歪アクチュエータ60をある量だけ変位させると、ピストンの移動により第1、および第2の制御室は一方が容積増加により減圧、他方が容積減少により加圧されるが、ニードル10はその境界板30の上下に荷重差が生じた時点で荷重差を打ち消す方向に移動するので、実際には、第1、第2の制御室は容積変化せず、ニードル10だけが、

$$(\text{移動量}) = (\text{アクチュエータ変位量}) \times (\text{ピストン断面積}) / (\text{境界板面積})$$

だけ移動し、再び静止する。従って、ニードルのリフト量はアクチュエータの変位にほぼ比例する。

【0025】その後、所望の開弁時期において、電歪アクチュエータ60の印加電圧を減少すると、ピストン50は上昇し、境界板30に下向きの荷重が作用することでニードル10は下降し、シート部17にて着座する。図2は、第1実施形態において、電歪アクチュエータ60の変位に対するニードル10の変位を示した図である。

【0026】ここで、電歪アクチュエータ60はその印加電圧の変化に応じて瞬時に伸縮可能であり、1噴射期間内においてその印加電圧を刻々と変化させる駆動回路を用いることにより、ニードルは1噴射内にリフト量を変化させることができる。

【0027】本発明の第1実施形態では、ピストン50が下降することで第1の制御室を加圧しているが、図3に示す第1実施形態の変形例の様に、第1の連通路183を第1の差圧室132と第2の蓄圧室180を連通する形状として第1の制御室を形成し、第2の連通路182を第2の差圧室133と第1の蓄圧室181を連通する形状として第2の制御室を形成してもよい。但し、この場合は、電歪アクチュエータ60が伸長することで第1の制御室を加圧すると共に第2の制御室を減圧し、電歪アクチュエータ60が縮むことで第1の制御室を減圧すると共に第2の制御室を加圧している。

【0028】また、図1に示す本発明の第1実施形態では、ニードル10の第1の摺動部13の径と第2の摺動部14の径とは同一であるが、図3に示すように、これらの径を異なった径に設定することで、ニードル上昇後のニードルの静止位置を変化させることができる。

【0029】本発明の第2実施形態を図4に示す。基本的な構成は、第1実施形態と同じであるが、異なる点は、噴射弁ケーシング1に第5のガイド面121を設け、ピストン150の第5の摺動部122が第5のガイド面に対し僅かなクリアランスを維持して油密に摺動可能であり、前記第5のガイド面の下方にピストンの第5の摺動部122の下面と噴射弁ケーシングの下ケーシング2の上面とで形成されるドレン室123を設けたことである。前記ドレン室123は、図示されていないドレン穴により大気圧に維持される。

【0030】本発明の第2実施形態は、上記のような構成とすることにより、ピストン150の底面にかかる荷重は減少し、電歪アクチュエータ60に負荷される荷重が低減される。一般に、電歪アクチュエータには同じ電圧変化であっても負荷される荷重によって変位量が変化する。従って、第2実施形態のように、ピストン底面にかかる荷重を低減することで、最適な荷重に設定することが可能である。なお、ニードル10の作動に関しては、第1実施形態と同様である。

【0031】次に本発明の第3実施形態について、図5を用いて説明する。第3実施形態は、図1に示す第1実施形態に対してピストンの配置、可動板と2つの電歪アクチュエータの使用の仕方で異なるもので、その他の基本的構成については変らないため、重複部分についての詳しい説明は省略する。噴射弁ケーシング201は、ノズルケーシング202、下ケーシング203、中ケーシング204、上ケーシング205に分割されており、ピン(図示されていない)により位置決めされ、リテーナ206、207、208によって密着締結されている。

【0032】ピストン250は噴射弁ケーシングである上ケーシング205のガイド251に対し僅かなクリアランスを有し油密に摺動可能な摺動部252を有し、ピストン収納部にニードル210の動きの方向に対し横方向に摺動するように収められる。(なお、ピストン250をニードル210の動きの方向と同方向に配置することも可能である。)2個の第1アクチュエータ261と第2アクチュエータ262は、アクチュエータ室260に可動板263を挟んで設置され、それぞれのリード線は穴を経て駆動回路に連結されている。可動板263はアクチュエータ室260内を摺動し、その側面には側面中央を貫通するロッド270が下方に突き出ており、このロッド270の他端はピストン250の側面に結合している。

【0033】ピストン250は、可動板263が最も図中の左に寄った状態にあるときでも、その左側面と噴射弁ケーシングの内壁面との間に僅かな隙間を維持し、ピストン左側面(作用面)とケーシング内壁面とで第2の蓄圧室280を形成する。また、可動板263が最も右に寄った状態にあるときでも、その右側面と噴射弁ケーシングの内壁面との間に僅かな隙間を維持し、ピストン

の右側面（作用面）とケーシング内壁面とで第1の蓄圧室281を形成する。ニードル210の境界板230によって分割形成された差圧室231のニードルの上昇方向に位置する第1の差圧室232は、その上面で前記第1の蓄圧室281の側面と第1の連通路282により連通し、またニードルの下降方向に位置する第2の差圧室233は、その下面で前記第2の蓄圧室280の側面と第2の連通路283により連通する。第1の差圧室232と第1の連通路282と第1の蓄圧室291を合わせて第1の制御室を形成し、第2の差圧室233と第2の連通路283と第2の蓄圧室280を合わせて第2の制御室を形成する。第1の制御室と第2の制御室は、それぞれ小径のオリフィス291、292を介して燃料供給路290に連通している。

【0034】第3実施形態の作動は、基本的には第1実施形態の作動と同じであるが、その作動の相違点は、対向した2個の電歪アクチュエータ261、262によりピストン250と一体に移動する可動板263を変位させることにあり、第1の制御室、および第2の制御室の圧力変化によりニードル210が作動することは同一である。

【0035】図6は第3実施形態における作動を示すグラフである。ここでは、対向する第1アクチュエータ261と第2アクチュエータ262は、一方のアクチュエータの電圧が上昇する場合は他方の電圧が低下するように、印加電圧が制御されている。

【0036】第1実施形態では、電歪アクチュエータが伸長するときにはピストンはアクチュエータに押されて移動するため急峻な圧力変化ができるが、電歪アクチュエータが収縮するときにはピストンに作用する圧力差とスプリング力での移動となるので圧力差が小さい場合には伸長の場合に比べてニードル動作が遅い場合がある。第3実施形態では、両方向ともアクチュエータにより移動させられることで、前記第1実施形態におけるような不都合はなく、開弁時と閉弁時のピストン速度が同じになる。

【0037】本発明の実施形態は以上に示したように構成されるので、いずれの場合も燃料噴射弁のニードルのリフトを自在に制御でき、1噴射期間内において噴射率を変化させることが可能になり、内燃機関に用いることで排気浄化、燃費改善が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態としての燃料噴射弁を示す縦断正面図である。

【図2】第1実施形態の燃料噴射弁におけるアクチュエータ変位、ニードルに作用する荷重、ニードル変位の時間的な変化を示す線図である。

【図3】第1実施形態の変形例を示す燃料噴射弁の縦断正面図である。

【図4】第2実施形態としての燃料噴射弁を示す縦断正

面図である。

【図5】第3実施形態としての燃料噴射弁を示す縦断正面図である。

【図6】第3実施形態の燃料噴射弁におけるアクチュエータの印加電圧、ピストン変位、ニードルに作用する荷重、ニードル変位の時間的な変化を示す線図である。

【図7】従来の燃料噴射弁を例示する縦断正面図である。

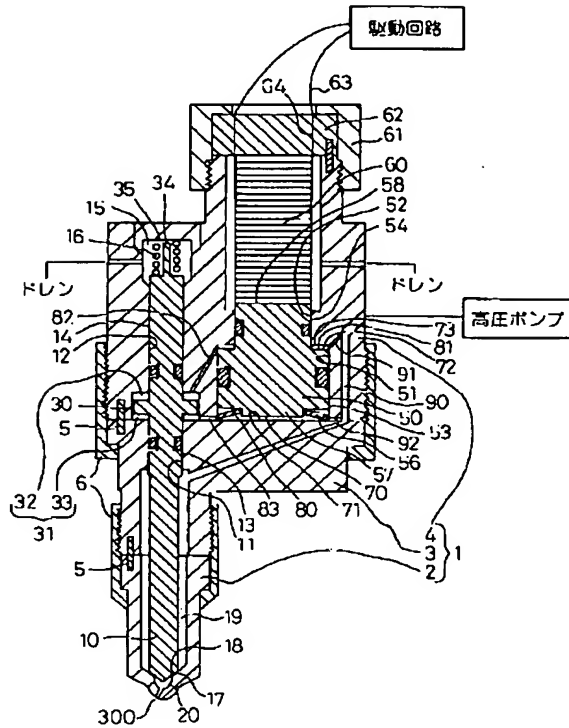
【符号の説明】

- 1、201…噴射弁ケーシング
- 2…ノズルケーシング
- 3…下ケーシング
- 4…上ケーシング
- 5…ピン
- 6…リテーナ
- 10、210…ニードル
- 11…噴射弁ケーシングの第1のガイド面
- 12…噴射弁ケーシングの第2のガイド面
- 13、113…ニードルの第1の摺動部
- 14、114…ニードルの第2の摺動部
- 16…スプリング
- 17…シート部
- 18…シート面
- 19…油だまり
- 20…サック部
- 30、230…境界板
- 31、231…差圧室
- 32、132、232…第1の差圧室
- 33、133、233…第2の差圧室
- 34…ニードルの頂面
- 50、150、250…ピストン
- 51…噴射弁ケーシングの第3のガイド面
- 52…噴射弁ケーシングの第4のガイド面
- 53…ピストンの第3の摺動部
- 54…ピストンの第4の摺動部
- 56…スプリング
- 57…突起
- 60…電歪アクチュエータ
- 61…リテーナ
- 62…天板
- 72、73…段差面
- 80、180、280…第2の蓄圧室
- 81、181、281…第1の蓄圧室
- 82、182、282…第1の連通路
- 83、183、283…第2の連通路
- 90、290…燃料供給路
- 91、92、291、292…小径オリフィス
- 121…噴射弁ケーシングの第5のガイド面
- 122…ピストンの第5の摺動部
- 123…ドレン室

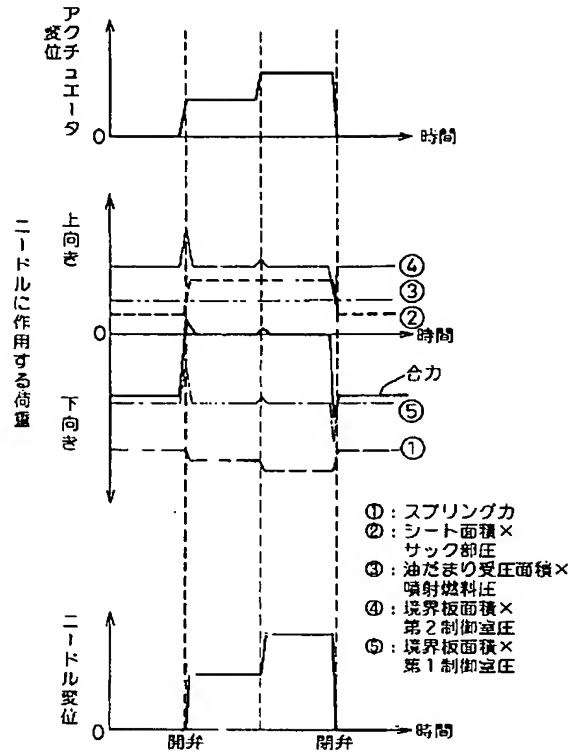
260…アクチュエータ室
 261…第1電歪アクチュエータ
 262…第2電歪アクチュエータ

263…可動板
 270…ロッド
 300…噴孔

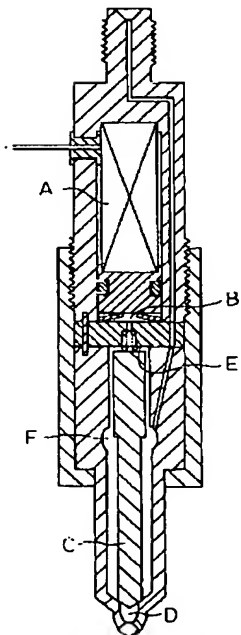
【図1】



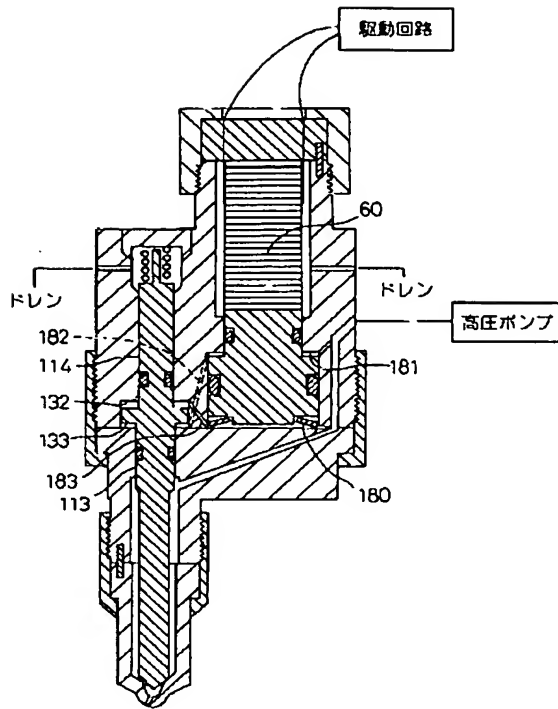
【図2】



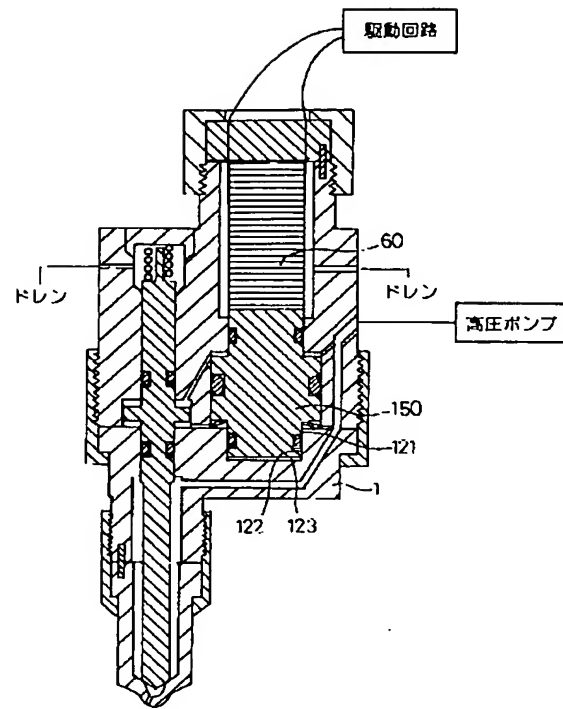
【図7】



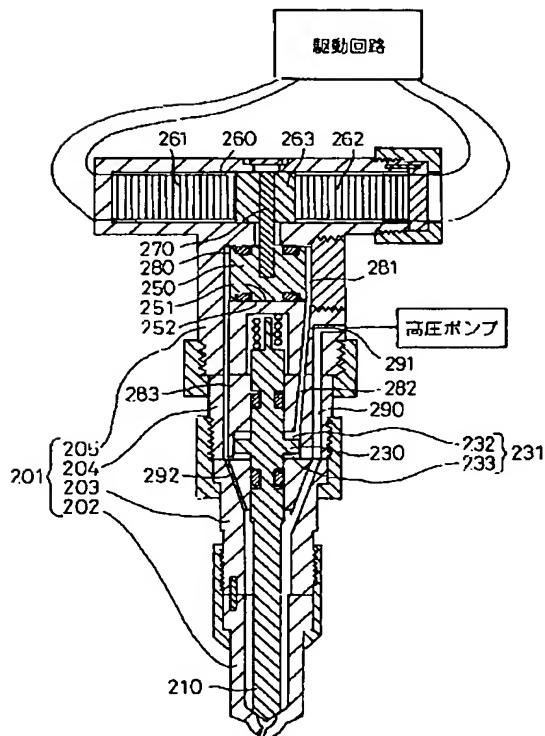
【図3】



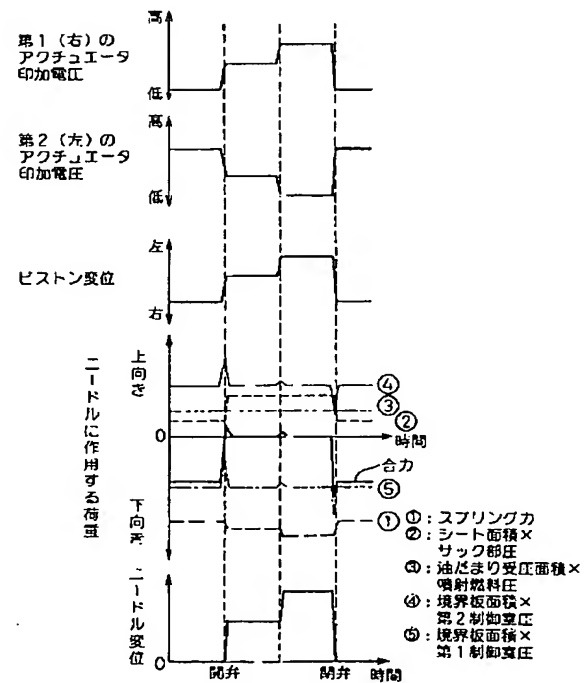
【図4】



【図5】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.